

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 8月27日

出願番号

Application Number:

特願2002-246401

[ST.10/C]:

[JP2002-246401]

出願人

Applicant(s):

ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロジー・カンパニー・エルエルシー

2003年 1月17日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2002-3106537

【書類名】 特許願

【整理番号】 16NM02045

【提出日】 平成14年 8月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 A61B 5/055

【発明の名称】 磁界補正方法、磁界形成装置および磁気共鳴撮影装置

【請求項の数】 16

【発明者】

【住所又は居所】 東京都日野市旭が丘四丁目7番地の127 ジーイー横
河メディカルシステム株式会社内

【氏名】 後藤 隆男

【特許出願人】

【識別番号】 300019238

【氏名又は名称】 ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テク
ノロジー・カンパニー・エルエルシー

【代理人】

【識別番号】 100085187

【弁理士】

【氏名又は名称】 井島 藤治

【選任した代理人】

【識別番号】 100090424

【弁理士】

【氏名又は名称】 鮫島 信重

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009542

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0005611

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁界補正方法、磁界形成装置および磁気共鳴撮影装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 空間を挟んで互いに対向するようにヨークによって支持された1対の磁石が前記空間に形成する静磁界の不均一誤差を補正するにあたり、

前記静磁界の2次項成分を、前記空間にその中心に関して対称的に配置された1対の円線輪コイルが前記空間に発生する磁界の2次項成分によって補正し、

前記1対の円線輪コイルによる前記空間の磁界の0次項成分を、前記ヨークに巻かれたコイルが前記空間に発生する磁界の0次項成分によって補償することを特徴とする磁界補正方法。

【請求項2】 空間を挟んで互いに対向するようにヨークによって支持された1対の磁石を有し前記空間に静磁界を形成する磁界形成手段と、

前記静磁界の2次項成分を、前記空間にその中心に関して対称的に配置された1対の円線輪コイルが前記空間に発生する磁界の2次項成分によって補正する補正手段と、

前記1対の円線輪コイルによる前記空間の磁界の0次項成分を、前記ヨークに巻かれたコイルが前記空間に発生する磁界の0次項成分によって補償する補償手段と、

を具備することを特徴とする磁界形成装置。

【請求項3】 前記空間の静磁界に勾配を付与するための1対の勾配コイルが前記1対の磁石の磁極面にそれぞれ設けられ、

前記1対の円線輪コイルが前記1対の勾配コイルの外周に沿ってそれぞれ設けられている、

ことを特徴とする請求項2または請求項3に記載の磁界形成装置。

【請求項4】 前記ヨークは、垂直ヨークとその両端から水平に延びて互いに対向する1対の水平ヨークとを有する、

ことを特徴とする請求項2ないし請求項3のうちのいずれか1つに記載の磁界形成装置。

【請求項5】 前記1対の水平ヨークの互いに対向する面に前記1対の磁石

がそれぞれ設けられている、

ことを特徴とする請求項4に記載の磁界形成装置。

【請求項6】 前記1対の磁石はそれぞれポールピースを有する、
ことを特徴とする請求項5に記載の磁界形成装置。

【請求項7】 前記垂直ヨークは前記空間の中心に関して対称的な1対のヨークである、

ことを特徴とする請求項4ないし請求項6のうちのいずれか1つに記載の磁界形成装置。

【請求項8】 前記垂直ヨークに前記コイルが巻かれている、
ことを特徴とする請求項4ないし請求項7のうちのいずれか1つに記載の磁界形成装置。

【請求項9】 空間を挟んで互いに対向するようにヨークによって支持された1対の磁石を有し前記空間に静磁界を形成する磁界形成手段と、

前記静磁界の2次項成分を、前記空間にその中心に関して対称的に配置された1対の円線輪コイルが前記空間に発生する磁界の2次項成分によって補正する補正手段と、

前記1対の円線輪コイルによる前記空間の磁界の0次項成分を、前記ヨークに巻かれたコイルが前記空間に発生する磁界の0次項成分によって補償する補償手段と、

前記空間におけるスピンが生じる磁気共鳴信号を獲得する信号獲得手段と、

前記獲得した磁気共鳴信号に基づいて画像を生成する画像生成手段と、
を具備することを特徴とする磁気共鳴撮影装置。

【請求項10】 前記1対の円線輪コイルによる前記空間の磁界を感知する感知手段と、

前記感知した磁界に基づいて前記補償手段を制御する制御手段と、
を具備することを特徴とする請求項9に記載の磁気共鳴撮影装置。

【請求項11】 前記空間の静磁界に勾配を付与するための1対の勾配コイルが前記1対の磁石の磁極面にそれぞれ設けられ、

前記1対の円線輪コイルが前記1対の勾配コイルの外周に沿ってそれぞれ設け

られている、

ことを特徴とする請求項9または請求項10に記載の磁気共鳴撮影装置。

【請求項12】 前記ヨークは、垂直ヨークとその両端から水平に延びて互いに対向する1対の水平ヨークとを有する、

ことを特徴とする請求項9ないし請求項11のうちのいずれか1つに記載の磁気共鳴撮影装置。

【請求項13】 前記1対の水平ヨークの互いに対向する面に前記1対の磁石がそれぞれ設けられている、

ことを特徴とする請求項12に記載の磁気共鳴撮影装置。

【請求項14】 前記1対の磁石はそれぞれポールピースを有する、

ことを特徴とする請求項13に記載の磁気共鳴撮影装置。

【請求項15】 前記垂直ヨークは前記空間の中心に関して対称的な1対のヨークである、

ことを特徴とする請求項12ないし請求項14のうちのいずれか1つに記載の磁気共鳴撮影装置。

【請求項16】 前記垂直ヨークに前記コイルが巻かれている、

ことを特徴とする請求項12ないし請求項15のうちのいずれか1つに記載の磁気共鳴撮影装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、磁界補正方法、磁界形成装置および磁気共鳴撮影装置に関し、とくに、空間を挟んで互いに対向するようにヨーク(yoke)によって支持された1対の磁石が形成する静磁界の不均一誤差を補正する方法、不均一誤差が補正された静磁界を形成する装置、および、そのような磁界形成装置を備えた磁気共鳴撮影装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、互いに対向する1対の磁石によって空間に均一な静磁界を形成する装置

では、静磁界空間の中心に関して対称的に配置された1対の円線輪コイル（coil）を2系統用い、それらがそれぞれ発生する磁界の2次項成分によって、静磁界の2次項成分を相殺（補正）するようにしている。2系統の円線輪コイル対が発生する磁界は極性を互いに逆にして、それらの0次項成分が静磁界におよぼす影響を小さくしている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

従来の方法では、2系統の円線輪コイル対がそれぞれ発生する磁界の極性が逆なので、それぞれの磁界の2次項成分の差によって静磁界の2次項成分を補正することになる。このため、2系統の円線輪コイル対に供給した電力の割には補正の能率が悪い。

【0004】

そこで、本発明の課題は、能率良く静磁界の2次項成分を補正する方法、2次項成分が能率良く補正された静磁界を形成する装置、および、そのような磁界形成装置を備えた磁気共鳴撮影装置を実現することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】

（1）上記の課題を解決するためのひとつの観点での発明は、空間を挟んで互いに対向するようにヨークによって支持された1対の磁石が前記空間に形成する静磁界の不均一誤差を補正するにあたり、前記静磁界の2次項成分を、前記空間にその中心に関して対称的に配置された1対の円線輪コイルが前記空間に発生する磁界の2次項成分によって補正し、前記1対の円線輪コイルによる前記空間の磁界の0次項成分を、前記ヨークに巻かれたコイルが前記空間に発生する磁界の0次項成分によって補償する、ことを特徴とする磁界補正方法である。

【0006】

（2）上記の課題を解決するための他の観点での発明は、空間を挟んで互いに対向するようにヨークによって支持された1対の磁石を有し前記空間に静磁界を形成する磁界形成手段と、前記静磁界の2次項成分を、前記空間にその中心に関して対称的に配置された1対の円線輪コイルが前記空間に発生する磁界の2次項

成分によって補正する補正手段と、前記1対の円線輪コイルによる前記空間の磁界の0次項成分を、前記ヨークに巻かれたコイルが前記空間に発生する磁界の0次項成分によって補償する補償手段と、を具備することを特徴とする磁界形成装置である。

【0007】

(3) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、空間を挟んで互いに対向するようにヨークによって支持された1対の磁石を有し前記空間に静磁界を形成する磁界形成手段と、前記静磁界の2次項成分を、前記空間にその中心に関して対称的に配置された1対の円線輪コイルが前記空間に発生する磁界の2次項成分によって補正する補正手段と、前記1対の円線輪コイルによる前記空間の磁界の0次項成分を、前記ヨークに巻かれたコイルが前記空間に発生する磁界の0次項成分によって補償する補償手段と、前記空間におけるスピンドルが生じる磁気共鳴信号を獲得する信号獲得手段と、前記獲得した磁気共鳴信号に基づいて画像を生成する画像生成手段と、を具備することを特徴とする磁気共鳴撮影装置である。

【0008】

上記各観点での発明では、空間を挟んで互いに対向するようにヨークによって支持された1対の磁石が形成する静磁界の不均一誤差を補正するにあたり、静磁界の2次項成分を、静磁界空間の中心に関して対称的に配置された1対の円線輪コイルが発生する磁界の2次項成分によって補正するとともに、1対の円線輪コイルによる磁界の0次項成分を、ヨークに巻かれたコイルが発生する磁界の0次項成分によって補償する。

【0009】

ヨークに巻かれたコイルが発生する磁界の2次項成分は、1対の円線輪コイルが発生する磁界の2次項成分に比べて十分に小さいので、1対の円線輪コイルによる2次項成分の補正効果を減殺することができない。したがって、能率良く静磁界の2次項成分を補正することができる。それと同時に、1対の円線輪コイルの磁界の0次項成分が静磁界におよぼす影響も適切に除去される。

【0010】

前記1対の円線輪コイルによる前記空間の磁界を感知する感知手段と、前記感知した磁界に基づいて前記補償手段を制御する制御手段とを具備することが、0次項成分の補正を適正に行う点で好ましい。

【0011】

前記空間の静磁界に勾配を付与するための1対の勾配コイルが前記1対の磁石の磁極面にそれぞれ設けられ、前記1対の円線輪コイルが前記1対の勾配コイルの外周に沿ってそれぞれ設けられていることが、1対の円線輪コイルを設けたことによる磁石間の距離の増大を抑制する点で好ましい。

【0012】

前記ヨークは、垂直ヨークとその両端から水平に延びて互いに対向する1対の水平ヨークとを有することが、静磁界空間を適切に形成する点で好ましい。

前記1対の水平ヨークの互いに対向する面に前記1対の磁石がそれぞれ設けられていることが、垂直磁界を形成する点で好ましい。

【0013】

前記1対の磁石はそれぞれポールピースを有することが、磁界の均一性を良くする点で好ましい。

前記垂直ヨークは前記空間の中心に関して対称的な1対のヨークであることが、水平ヨークを両持ちにする点で好ましい。

【0014】

前記垂直ヨークに前記コイルが巻かれていることが、0次項成分補正用の磁界を適切に発生する点で好ましい。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、本発明は実施の形態に限定されるものではない。図1に磁気共鳴撮影装置のブロック（block）図を示す。本装置は本発明の実施の形態の一例である。本装置の構成によって、本発明の磁気共鳴撮影装置に関する実施の形態の一例が示される。

【0016】

同図に示すように、本装置はマグネットシステム（magnet system

m) 100を有する。マグネットシステム100は主磁場マグネット部102、補正コイル部104、勾配コイル部106、RFコイル部108および補償コイル部114を有する。マグネットシステム100の内部空間（ボア：bore）に、対象1がテーブル500に搭載されて搬入および搬出される。

【0017】

主磁場マグネット部102、補正コイル部104、勾配コイル部106およびRFコイル部108は、いずれも空間を挟んで互いに対向する一対のものからなる。また、いずれも概ね円形の外周を有し中心軸を共有して配置されている。マグネットシステム100については後にあらためて説明する。

【0018】

主磁場マグネット部102はマグネットシステム100の内部空間に静磁界を形成する。静磁界の方向は概ね対象1の体軸方向と直交する。すなわちいわゆる垂直磁界を形成する。主磁場マグネット部102は例えば永久磁石等を用いて構成される。なお、永久磁石に限らず超伝導電磁石あるいは常伝導電磁石等を用いて構成してもよい。

【0019】

補正コイル部104は、静磁界の2次の不均一を補正するための磁界を生じる。すなわち、補正コイル部104は、静磁界の2次項成分に等しい2次項成分を逆極性で含む磁界を発生する。

【0020】

勾配コイル部106は、互いに垂直な3軸すなわちスライス（slice）軸、位相軸および周波数軸の方向において、それぞれ静磁界強度に勾配を持たせるための3つの勾配磁場を生じる。

【0021】

スライス軸方向の勾配磁場をスライス勾配磁場ともいう。位相軸方向の勾配磁場を位相エンコード（phase encode）勾配磁場ともいう。周波数軸方向の勾配磁場をリードアウト（read out）勾配磁場ともいう。このような勾配磁場の発生を可能にするために、勾配コイル部106は後述する3系統の勾配コイルを有する。以下、勾配磁場を単に勾配ともいう。

【0022】

R Fコイル部108は静磁界空間に対象1の体内のスピン（s p i n）を励起するためのR Fパルス（r a d i o f r e q u e n c y p u l s e）を送信する。R Fコイル部108は、また、励起されたスピンが生じる磁気共鳴信号を受信する。R Fコイル部108は、送信と受信を同一のコイルで行うものでも別々なコイルで行うものでもどちらでもよい。

【0023】

補償コイル部114は、補正コイル部104が発生する磁界の0次項成分を補償するための磁界を生じる。すなわち、補償コイル部114は、補正コイル部104が発生する磁界の0次項成分に等しい逆極性の0次項成分を持つ磁界を発生する。

【0024】

補正コイル部104には電流供給部110が接続されている。電流供給部110は、補正コイル部104に電流を供給して補正用の磁界を発生させる。補償コイル部114には電流供給部120が接続されている。電流供給部120は、補償コイル部114に電流を供給して補償用の磁界を発生させる。

【0025】

勾配コイル部106には勾配駆動部130が接続されている。勾配駆動部130は勾配コイル部106に駆動信号を与えて勾配磁場を発生させる。勾配駆動部130は、勾配コイル部106における3系統の勾配コイルに対応して、図示しない3系統の駆動回路を有する。

【0026】

R Fコイル部108にはR F駆動部140が接続されている。R F駆動部140はR Fコイル部108に駆動信号を与えてR Fパルスを送信し、対象1の体内のスピンを励起する。

【0027】

R Fコイル部108にはデータ収集部150が接続されている。データ収集部150は、R Fコイル部108が受信した受信信号をサンプリング（s a m p l i n g）によって取り込み、それをデジタルデータ（d i g i t a l d a t a

a) として収集する。

【0028】

電流供給部110, 120、勾配駆動部130、RF駆動部140およびデータ収集部150には制御部160が接続されている。制御部160は、電流供給部110および120を制御して静磁界の不均一を補正する。制御部160は、また、勾配駆動部130ないしデータ収集部150を制御して撮影を遂行する。

【0029】

制御部160は、例えばコンピュータ（computer）等を用いて構成される。制御部160は図示しないメモリ（memory）を有する。メモリは制御部160用のプログラムおよび各種のデータを記憶している。制御部160の機能は、コンピュータがメモリに記憶されたプログラムを実行することにより実現される。

【0030】

勾配コイル部106、RFコイル部108、勾配駆動部130、RF駆動部140およびデータ収集部150からなる部部は、本発明における信号獲得手段の実施の形態の一例である。

【0031】

データ収集部150の出力側はデータ処理部170に接続されている。データ収集部150が収集したデータがデータ処理部170に入力される。データ処理部170は、例えばコンピュータ等を用いて構成される。データ処理部170は図示しないメモリを有する。メモリはデータ処理部170用のプログラムおよび各種のデータを記憶している。

【0032】

データ処理部170は制御部160に接続されている。データ処理部170は制御部160の上位にあってそれを統括する。本装置の機能は、データ処理部170がメモリに記憶されたプログラムを実行することによりを実現される。

【0033】

データ処理部170は、データ収集部150が収集したデータをメモリに記憶する。メモリ内にはデータ空間が形成される。このデータ空間は2次元フーリエ

(Fourier) 空間を構成する。以下、フーリエ空間を k スペース (k -space) ともいう。データ処理部 170 は、 k スペースのデータを 2 次元逆フーリエ変換することにより対象 1 の画像を再構成する。データ処理部 170 は、本発明における画像生成手段の実施の形態の一例である。

【0034】

データ処理部 170 には表示部 180 および操作部 190 が接続されている。表示部 180 は、グラフィックディスプレー (graphic display) 等で構成される。操作部 190 はポインティングデバイス (pointing device) を備えたキーボード (keyboard) 等で構成される。

【0035】

表示部 180 は、データ処理部 170 から出力される再構成画像および各種の情報を表示する。操作部 190 は、使用者によって操作され、各種の指令や情報等をデータ処理部 170 に入力する。使用者は表示部 180 および操作部 190 を通じてインタラクティブ (interactive) に本装置を操作する。

【0036】

図 2 に、磁気共鳴撮影に用いるパルスシーケンス (pulse sequence) の一例を示す。このパルスシーケンスは、スピニエコー (SE : Spin Echo) 法のパルスシーケンスである。

【0037】

すなわち、(1) は SE 法における RF 励起用の 90° パルスおよび 180° パルスのシーケンスであり、(2)、(3)、(4) および (5) は、同じくそれぞれ、スライス勾配 G_s 、リードアウト勾配 G_r 、フェーズエンコード勾配 G_p およびスピニエコー MR のシーケンスである。なお、 90° パルスおよび 180° パルスはそれぞれ中心信号で代表する。パルスシーケンスは時間軸 t に沿って左から右に進行する。

【0038】

同図に示すように、 90° パルスによりスピニエコーの 90° 励起が行われる。このときスライス勾配 G_s が印加され所定のスライスについての選択励起が行われる。 90° 励起から所定の時間後に、 180° パルスによる 180° 励起すなわち

スピン反転が行われる。このときもスライス勾配G_sが印加され、同じスライスについての選択的反転が行われる。

【0039】

90° 励起とスピン反転の間の期間に、リードアウト勾配G_rおよびフェーズエンコード勾配G_pが印加される。リードアウト勾配G_rによりスピンのディフェーズ (d e p h a s e) が行われる。フェーズエンコード勾配G_pによりスピンのフェーズエンコードが行われる。

【0040】

スピン反転後、リードアウト勾配G_rでスピンをリフェーズ (r e p h a s e) してスピンエコーMRを発生させる。スピンエコーMRはデータ収集部150によりビューデータ (v i e w d a t a) として収集される。このようなパルスシーケンスが周期TR (r e p e t i t i o n t i m e) で64～512回繰り返される。繰り返しのたびにフェーズエンコード勾配G_pを変更し、毎回異なるフェーズエンコードを行う。これによって、64～512ビューのビューデータが得られる。

【0041】

磁気共鳴撮影用パルスシーケンスの他の例を図3に示す。このパルスシーケンスは、グラディエントエコー (G R E : G r a d i e n t E c h o) 法のパルスシーケンスである。

【0042】

すなわち、(1) はG R E法におけるR F励起用の α ° パルスのシーケンスであり、(2)、(3)、(4) および(5) は、同じくそれぞれ、スライス勾配G_s、リードアウト勾配G_r、フェーズエンコード勾配G_pおよびスピンエコーMRのシーケンスである。なお、 α ° パルスは中心信号で代表する。パルスシーケンスは時間軸tに沿って左から右に進行する。

【0043】

同図に示すように、 α ° パルスによりスピンの α ° 励起が行われる。 α は90以下である。このときスライス勾配G_sが印加され所定のスライスについての選択励起が行われる。

【0044】

α° 励起後、フェーズエンコード勾配G_pによりスピニのフェーズエンコードが行われる。次に、リードアウト勾配G_rによりまずスピニをディフェーズし、次いでスピニをリフェーズして、グラディエントエコーMRを発生させる。グラディエントエコーMRはデータ収集部150によりビューデータとして収集される。このようなパルスシーケンスが周期TRで64～512回繰り返される。繰り返しのたびにフェーズエンコード勾配G_pを変更し、毎回異なるフェーズエンコードを行う。これによって、64～512ビューのビューデータが得られる。

【0045】

図2または図3のパルスシーケンスによって得られたビューデータが、データ処理部170のメモリに収集される。なお、パルスシーケンスはSE法またはGRE法に限るものではなく、例えばファーストスピニエコー(FSE: Fast Spin Echo)法やエコープラナーイメージング(EPI: Echo Planar Imaging)等、他の適宜の技法のものであってよいのはいうまでもない。データ処理部170は、メモリに収集したビューデータに基づいて画像を再構成する。

【0046】

図4に、マグネットシステム100の模式的構成を部分的な断面図によって示す。本装置は本発明の実施の形態の一例である。本装置の構成によって、本発明の磁界形成装置に関する実施の形態の一例が示される。また、本装置に対して行われる静磁界補正方法によって、本発明の磁界補正方法に関する実施の形態の一例が示される。

【0047】

同図に示すように、マグネットシステム100は1対の水平ヨーク(yoke)202および1対の垂直ヨーク204を有する。水平ヨーク202は概ね板状の外形を有する。図ではその厚みを示す。垂直ヨーク204は概ね柱状の外形を有する。図ではその太さを示す。1対の水平ヨーク202および1対の垂直ヨーク204からなる部分は、本発明におけるヨークの実施の形態の一例である。

【0048】

1対の水平ヨーク202は、空間を挟んで互いに対向するように1対の垂直ヨーク204によって支持されている。水平ヨークがこのように構成されていることにより、静磁界空間を適切に形成することができる。各ヨークは、例えば軟鉄等の磁性材料で構成され、次に述べる磁石のための磁気回路を形成している。なお、1対の垂直ヨーク204はいずれか一方を省略してもよい。ただし、1対の垂直ヨークで水平ヨークを両持ちにするほうが、構造的に堅固にするのが容易である。

【0049】

1対の水平ヨーク202の互いに対向する面には、1対の磁石122がそれぞれ設けられている。これら磁石122の外形は概ね円板状である。図ではその厚みを示す。1対の磁石122は厚み方向に同じ極性で磁化されている。このようにすることにより、垂直磁界が形成される。

【0050】

磁石122は例えば永久磁石である。磁石122は、本発明における磁石の実施の形態の一例である。1対の水平ヨーク202、1対の垂直ヨーク204および1対の磁石122からなる部分は、本発明における磁界形成手段の実施の形態の一例である。

【0051】

1対の磁石122の、水平ヨーク202とは反対側の磁極に、1対のポールピース(pole piece)124がそれぞれ設けられている。ポールピース124は、例えば軟鉄等の磁性材料で構成され、磁石122に対する整磁板となり、静磁界を均一化している。これらポールピース124の外形も概ね円板状であり、図ではその厚みを示す。なお、ポールピース124は周縁部が、磁石122とは反対側に隆起し、この隆起で囲まれた部分がポールピース124の凹部となっている。ポールピース124は、本発明におけるポールピースの実施の形態の一例である。

【0052】

ポールピース124の凹部に、補正コイル部104、勾配コイル部106およびRFコイル部108が収容されている。勾配コイル部106とRFコイル部1

08は、勾配コイル部106を底側として積層されている。勾配コイル部106は、本発明における勾配コイルの実施の形態の一例である。

【0053】

補正コイル部104は、勾配コイル部106の周辺に沿ってそれを取り巻くように設けられている。補正コイル部104は、円線輪コイルであり、勾配コイル部106と同心円をなす。補正コイル部104は、本発明における円線輪コイルの実施の形態の一例である。以下、補正コイル部を円線輪コイルともいう。

【0054】

円線輪コイル104をこのように配置することにより、円線輪コイル104の厚みを勾配コイル部106の厚みの中に吸収することが可能となる。これによって、円線輪コイル104を設けることによる磁極間距離の増大を回避することができる。磁極間距離の増大は、同一強度の磁界を得るのにより強力な磁石を必要とする事態を招くが、磁極間距離の増大が回避できるのでそのような事態は生じない。

【0055】

1対の円線輪コイル104は、静磁界空間の中心すなわちマグネットシステムCに関して互いに対称的に配置される。1対の円線輪コイル104には、電流供給部110から供給された同極性の電流が流れる。電流の値は静磁界の2次項成分を相殺するように調整されている。円線輪コイル104および電流供給部110からなる部分は、本発明における補正手段の実施の形態の一例である。

【0056】

補償コイル部114は、マグネットシステム100の1対の垂直ヨーク204に巻かれた1対のソレノイドコイル(solenoid coil)となっている。以下、補償コイル部をソレノイドコイルともいう。

【0057】

ソレノイドコイル114は、電流供給部120から供給される電流によって垂直ヨーク204に起磁力を生じる。この起磁力に基づく磁界が、静磁界空間に生じる。ソレノイドコイル114を垂直ヨークに巻くことにより、その起磁力による磁界を静磁界空間に適正に発生させることができる。

【0058】

この磁界は円線輪コイル104が生じる磁界と逆極性となるように、ソレノイドコイル114の電流方向が定められる。また、電流値は、ソレノイドコイル114の起磁力による磁界の0次項成分が、円線輪コイル104の磁界の0次項成分と等しくなるように設定される。これによって、円線輪コイル104の磁界の0次項成分の静磁界への影響が除去される。ソレノイドコイル114および電流供給部120からなる部分は、本発明における補償手段の実施の形態の一例である。

【0059】

なお、仮に0次項成分の静磁界への影響が完全に除去できなかったとしても、R Fパルスの周波数調整によって対応可能な範囲であるならば問題を回避することは容易である。また、1次項成分については、勾配コイル部106が発生する勾配磁場によって補正可能である。

【0060】

一方、2次項成分に関しては、ソレノイドコイル114の起磁力によりヨークを通じて静磁界空間に生じる磁界の2次項成分が円線輪コイル104の磁界の2次項成分に比べて十分に小さいので、円線輪コイル104による静磁界の2次項成分補正に影響をおよぼさない。したがって、円線輪コイル104による静磁界の2次項成分補正を能率良く行うことができる。

【0061】

周囲温度の変化や特性の経年変化等によって、静磁界の均一度が変化することがある。そのような場合には、データ処理部170による管理下で、制御部160により電流供給部110、120を制御して均一度調整が行われる。

【0062】

均一度調整にあたり、まず、静磁界の不均一度が求められる。不均一度は、例えば、静磁界空間におけるスピンの位相マップ (map) 等からデータ処理部170によって求められる。位相マップは対象1あるいは標準物体を磁気共鳴撮影した画像から求められる。このようにして求めた静磁界の不均一を、円線輪コイル104に供給する電流を新たな値に変更することによって補正する。

【0063】

電流の変更にともなって0次項成分も変わってくる。0次項成分の変化は、補正効果確認のために撮影した位相マップに反映するので、それに基づいてソレノイドコイル114に供給する電流を調整し、0次項成分の変化の影響を除去する。これによって、0次項成分の除去を適正に行うことができる。

【0064】

位相マップに基づいて0次項成分の変化を感知するデータ処理部170は、本発明における感知手段の実施の形態の一例である。感知結果に基づいて電流供給部120の電流を調節する制御部160は、本発明における制御手段の実施の形態の一例である。

【0065】

以上、好ましい実施の形態の例に基づいて本発明を説明したが、本発明が属する技術の分野における通常の知識を有する者は、上記の実施の形態の例について、本発明の技術的範囲を逸脱することなく種々の変更や置換等をなし得る。したがって、本発明の技術的範囲には、上記の実施の形態の例ばかりでなく、特許請求の範囲に属するすべての実施の形態が含まれる。

【0066】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明によれば、能率良く静磁界の2次項成分を補正する方法、2次項成分が能率良く補正された静磁界を形成する装置、および、そのような磁界形成装置を備えた磁気共鳴撮影装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態の一例の装置のブロック図である。

【図2】

撮影のパルスシーケンスを示す図である。

【図3】

撮影のパルスシーケンスを示す図である。

【図4】

マグネットシステムの構成を示す図である。

【符号の説明】

100 マグネットシステム

102 主磁場マグネット部

104 補正コイル部

106 勾配コイル部

108 RFコイル部

114 補償コイル部

110, 120 電流供給部

130 勾配駆動部

140 RF駆動部

150 データ収集部

160 制御部

170 データ処理部

180 表示部

190 操作部

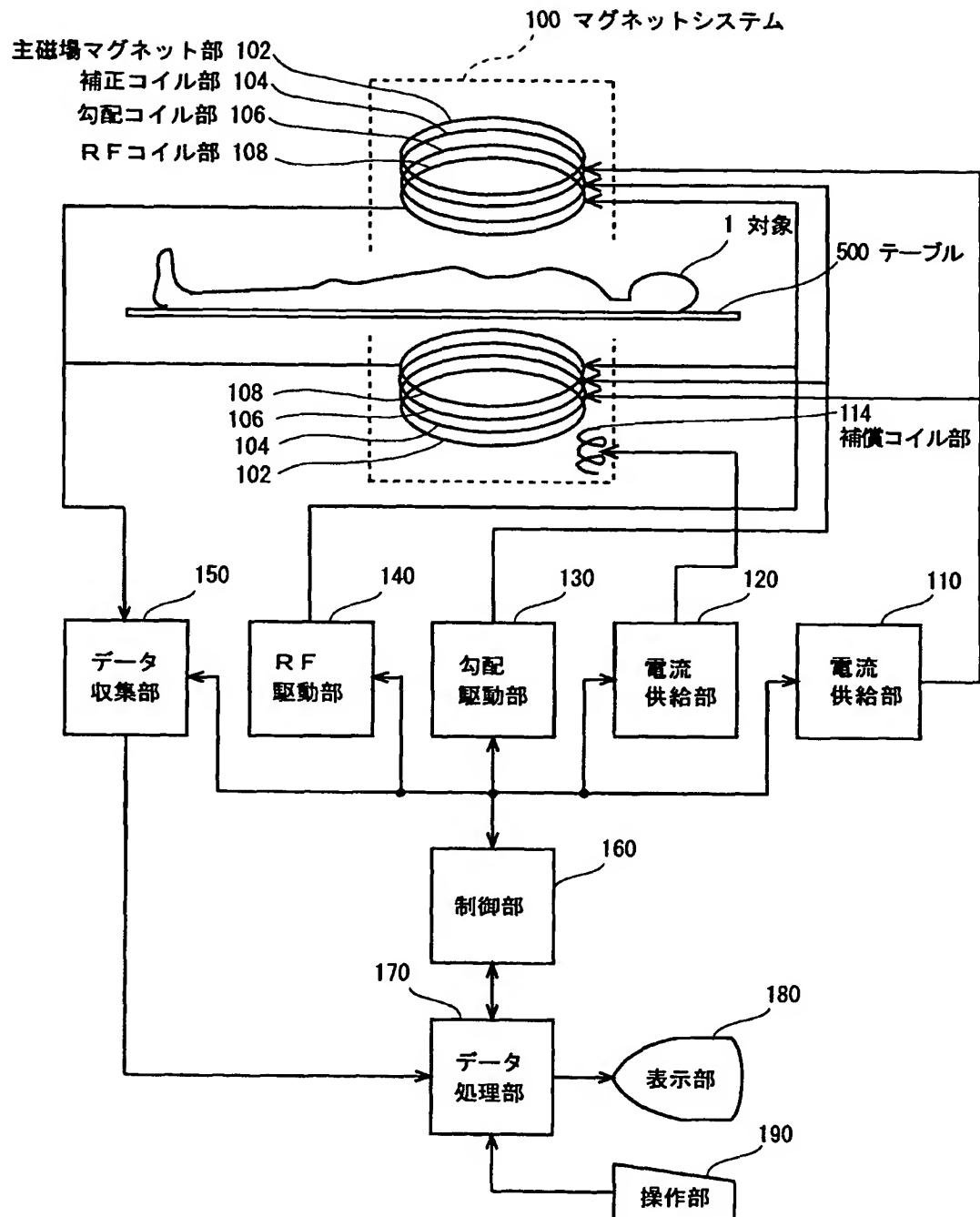
500 テーブル

202 水平ヨーク

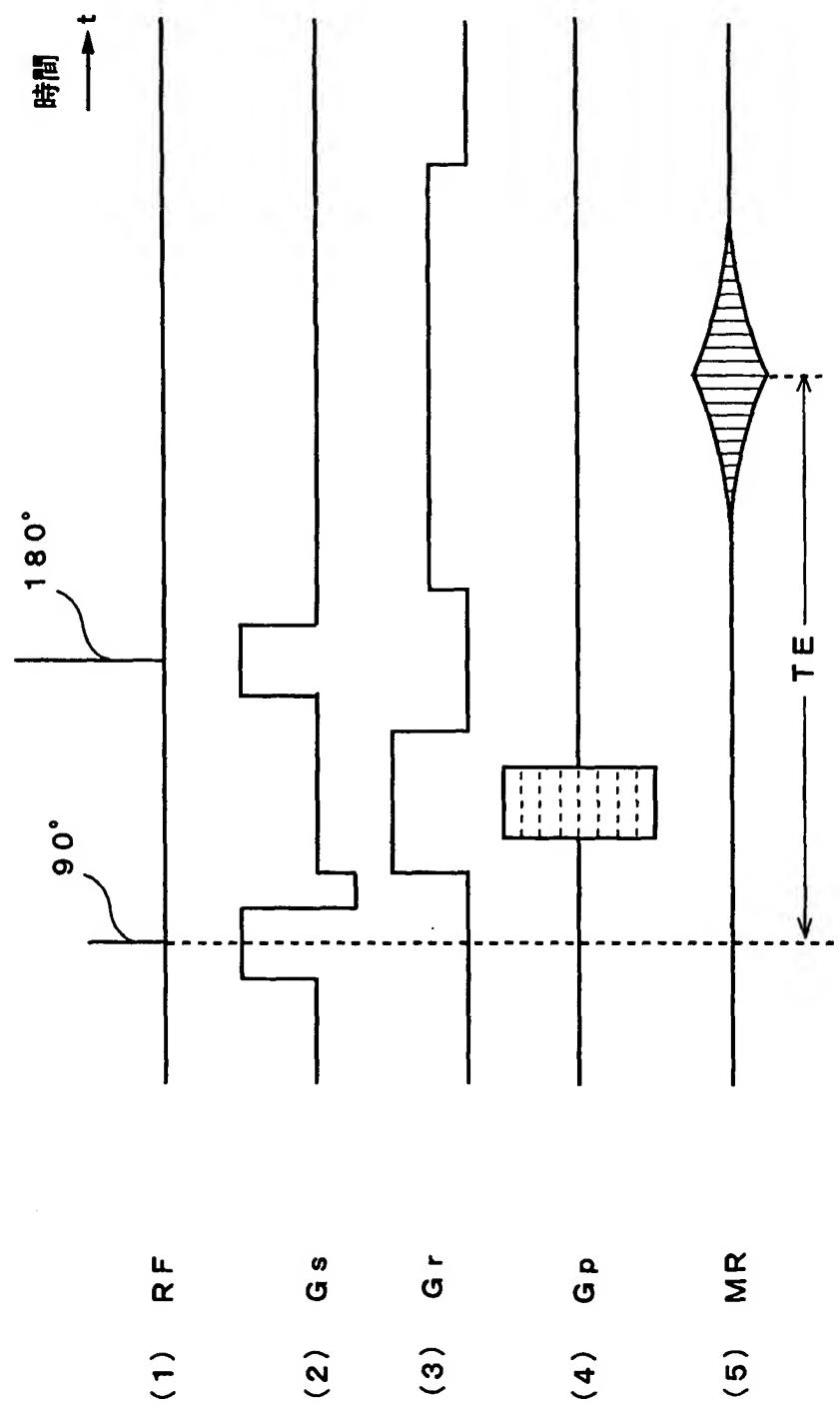
204 垂直ヨーク

【書類名】 図面

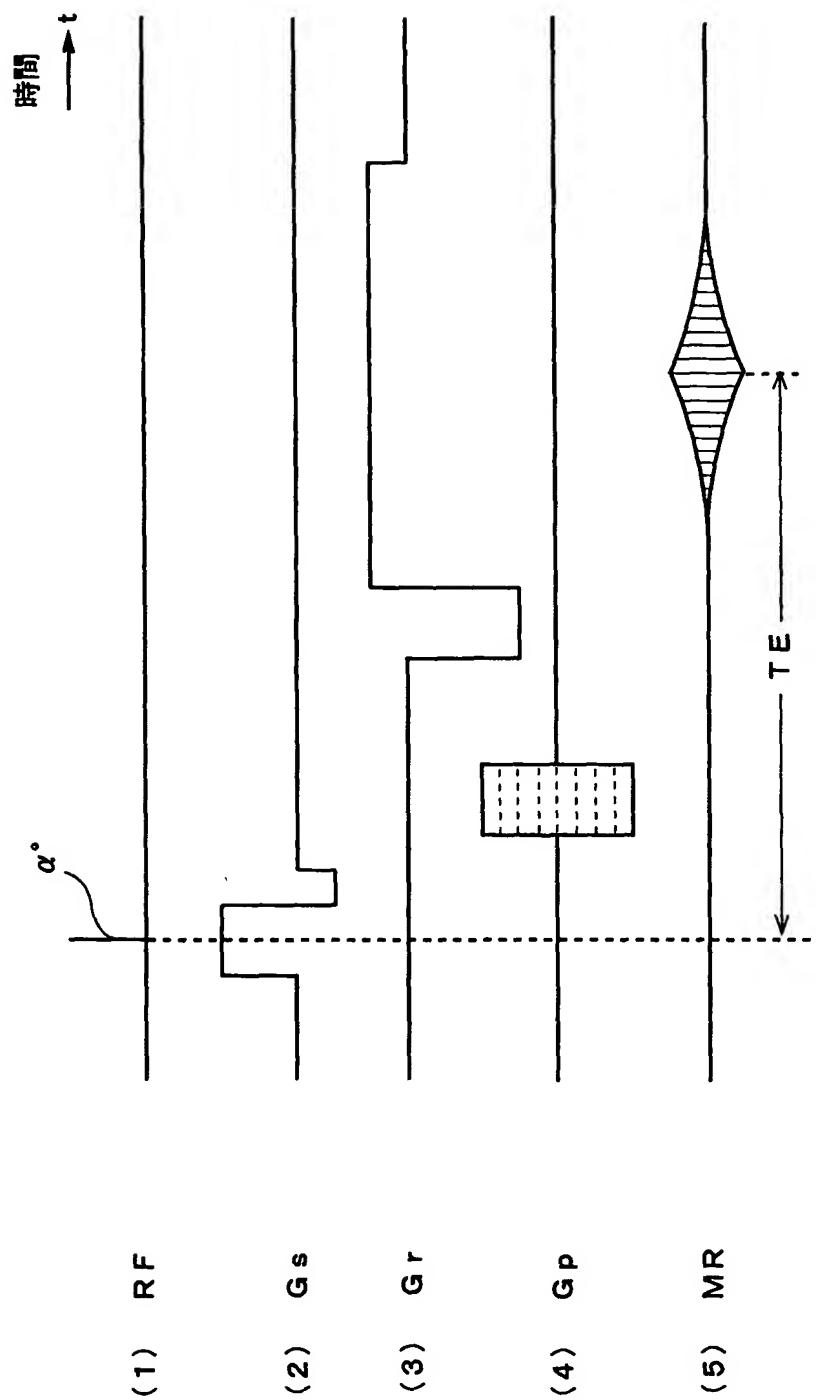
【図1】



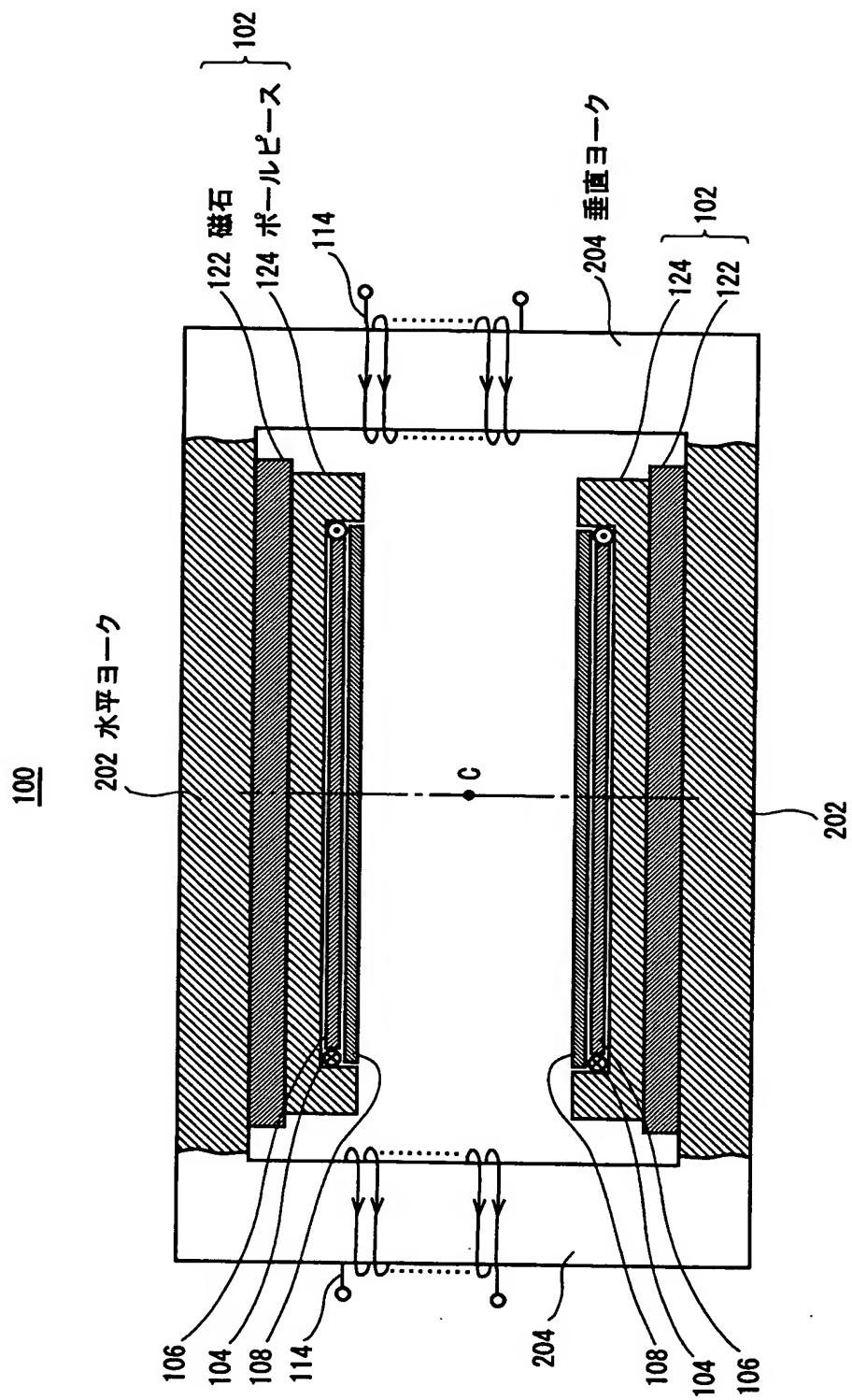
【図2】



【図3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 能率良く静磁界の2次項成分を補正する方法、2次項成分が能率良く補正された静磁界を形成する装置、および、そのような磁界形成装置を備えた磁気共鳴撮影装置を実現する。

【解決手段】 空間を挟んで互いに対向するようにヨーク（202，204）によって支持された1対の磁石（102）が形成する静磁界の不均一誤差を補正するにあたり、静磁界の2次項成分を1対の円線輪コイル（104）が発生する磁界の2次項成分によって補正し、1対の円線輪コイルによる磁界の0次項成分を、ヨーク（204）に巻かれたコイル（114）が発生する磁界の0次項成分によって補償する。

【選択図】 図4

出願人履歴情報

識別番号 [300019238]

1. 変更年月日 2000年 3月15日

[変更理由] 名称変更

住 所 アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・53188・ワウケシャ
・ノース・グランドビュー・ブルバード・ダブリュー・71
0・3000

氏 名 ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロジ
ー・カンパニー・エルエルシー